

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-268048

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H04J 11/00
H04B 1/707

(21)Application number : 2000-081050

(71)Applicant : NTT DOCOMO INC

(22)Date of filing : 22.03.2000

(72)Inventor : ABETA SADAYUKI
SHIN HIROYUKI
SAWAHASHI MAMORU

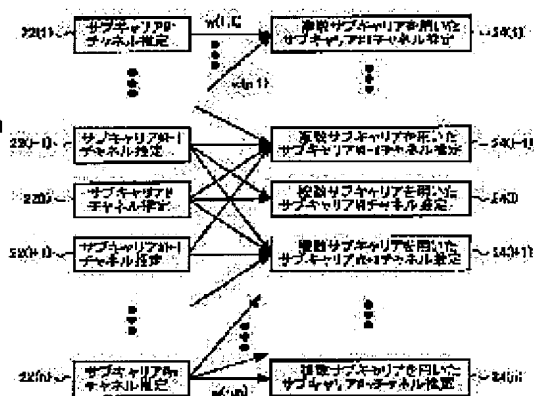
(54) CHANNEL ESTIMATE METHOD AND DEVICE IN MULTI-CARRIER WIRELESS TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-carrier wireless transmission system that can estimate a channel with high accuracy in a state where various fluctuations take place in the state of wireless transmission channel.

SOLUTION: When a channel with respect to each subcarrier is estimated in the multi-carrier wireless transmission system where information is wirelessly transmitted by using n -sets of subcarriers, a received signal including m -sets ($m \leq n$) of subcarrier components to which a pilot symbol is inserted is separated into each subcarrier component, using the pilot symbol included in the obtained subcarrier component estimates a channel with respect to the subcarrier to obtain the result of estimation of each channel, and the channel is estimated with respect to the estimate object subcarrier on the basis of the relation among the individual channel estimate result with respect to each of p -sets ($p \leq m$) of subcarriers, a state of a transmission channel with respect to the estimate object subcarrier and the state of a transmission channel of each of the p -sets of subcarriers.

図4に示す復調装置におけるチャネル推定部の具体的な構成例を示すブロック図



$$W \cdot \hat{\xi} = \langle \hat{\xi} \rangle$$

W 重み付けベクトル
 $\hat{\xi}$ それぞれのサブキャリアに求めたチャネル推定値
 $\langle \hat{\xi} \rangle$ 重み付けされた各サブキャリアのチャネル推定値

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3568873

[Date of registration]

25.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-268048

(P2001-268048A)

(43)公開日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

H 0 4 B 1/707

13/00

D

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-81050(P2000-81050)

(22)出願日 平成12年3月22日(2000.3.22)

(71)出願人 392026693

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
東京都千代田区永田町二丁目11番1号

(72)発明者 安部田 貞行

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山
王パークタワー41F エヌ・ティ・ティ移
動通信網株式会社内

(72)発明者 新 博行

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山
王パークタワー41F エヌ・ティ・ティ移
動通信網株式会社内

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

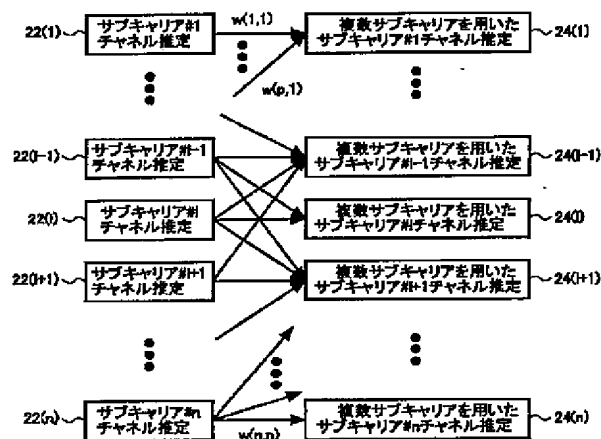
(54)【発明の名称】 マルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法及び装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 マルチキャリア無線伝送システムにおいて、無線伝送路の状況が種々変動する状況において高精度なチャンネル推定を可能とする。

【解決手段】 情報を n 個のサブキャリアを用いて無線伝送するマルチキャリア無線伝送システムにおける各サブキャリアに対するチャンネル推定を行うに際し、パイロットシンボルが挿入された m 個 ($m \leq n$) のサブキャリア成分を含む受信信号を各サブキャリア成分に分離し、得られたサブキャリア成分に含まれるパイロットシンボルを用いて当該サブキャリアに対するチャンネル推定を行って個別チャンネル推定結果を得、 p 個 ($p \leq m$) のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果と、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定を行うようにした。

図4に示す復調装置におけるチャンネル推定部の具体的な構成例を示すブロック図



$$W \cdot \xi = \langle \xi \rangle$$

W : 重み付けベクトル
 ξ : それぞれのサブキャリアから求めたチャンネル推定値
 $\langle \xi \rangle$: 重み付け平均された各サブキャリアのチャンネル推定値

【特許請求の範囲】

【請求項 1】情報を n 個のサブキャリアを用いて無線伝送するマルチキャリア無線伝送システムにおける各サブキャリアに対するチャンネル推定を行うに際し、パイロットシンボルが挿入された m 個 ($m \leq n$) のサブキャリア成分を含む上記 n 個のサブキャリア成分からなるフレーム構成の受信信号を各サブキャリア成分に分離し、該分離にて得られたサブキャリア成分に含まれるパイロットシンボルを用いて当該サブキャリアに対するチャンネル推定を行って個別チャンネル推定結果を得、 p 個 ($p \leq m$) のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果と、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定を行うようにしたマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法。

【請求項 2】請求項 1 記載のマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法において、上記推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係は、各伝送路状態に基づいて適応的に求めるようにしたマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法。

【請求項 3】請求項 1 または 2 記載の無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法において、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係に基づいて重み付け情報を得、上記 p 個のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果を上記重み付け情報を用いて重み付け合成して当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定結果を得るようにしたマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法。

【請求項 4】請求項 3 記載の無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法において、上記重み付け情報は、当該推定対象サブキャリアに対して得られた個別チャンネル推定結果と上記 p 個のサブキャリアそれぞれに対して得られた個別チャンネル推定結果に基づいて得られる相互相関に基づいて得るようにしたマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法。

【請求項 5】情報を n 個のサブキャリアを用いて無線伝送するマルチキャリア無線伝送システムにおける各サブキャリアに対するチャンネル推定を行うにチャンネル推定装置において、パイロットシンボルが挿入された m 個 ($m \leq n$) のサブキャリア成分を含む上記 n 個のサブキャリア成分からなるフレーム構成の受信信号を各サブキャリア成分に分離するサブキャリア分離手段と、該サブキャリア分離手段にて得られたサブキャリア成分

に含まれるパイロットシンボルを用いて当該サブキャリアに対するチャンネル推定を行って個別チャンネル推定結果を得る個別チャンネル推定手段と、 p 個 ($p \leq m$) のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果と、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定を行うチャンネル推定手段とを有するマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置。

【請求項 6】請求項 5 記載のマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置において、上記チャンネル推定手段は、上記推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係を各伝送路状態に基づいて適応的に求める手段を有するマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置。

【請求項 7】請求項 5 または 6 記載の無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置において、上記チャンネル推定手段は、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係に基づいて重み付け情報を得る重み付け情報推定手段と、上記 p 個のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果を上記重み付け情報を用いて重み付け合成して当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定結果を得る重み付けチャンネル推定手段とを有するマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置。

【請求項 8】項 7 記載の無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置において、上記重み付け情報推定手段は、該推定対象サブキャリアに対して得られた個別チャンネル推定結果と上記 p 個のサブキャリアそれぞれに対して得られた個別チャンネル推定結果に基づいて相互相関値を求める相関測定手段を有し、該相関測定手段にて得られた相互相関値に基づいて上記重み付け情報を得るようにしたマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチキャリア CDMA (Code Division Multiple Access) 無線伝送システムや、直交周波数多重化 (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 無線伝送システム等のマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法に係り、詳しくは、各サブキャリアの伝送路変動推定値 (チャンネル推定値) を無線伝送路の状況に応じて適応的に制御するようにしたマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対的位置関係の変動に伴うレイリーフェージングに起因した通信チャネルの振幅変動、位相変動が生じる。そのため、情報を搬送波位相で伝送する位相変調方式では、受信信号の位相を各情報シンボル毎に絶対位相で識別する必要がある。

【0003】「16QAMを用いたマルチキャリア変調方式のパイロット信号挿入方式（山下、原、森永：電子情報通信学会春季大会、B-256、pp. 2-356、1994年3月）」、「パイロットシンボルによるOFDMの適応化方式の一検討（山下、桑原、伊丹、伊藤：電子情報通信学会総合大会、B-5-245、pp. 609、1998年9月）」では、上述した要求に対して、全てのサブキャリアのうち適当な複数のサブキャリア間で、かつ情報シンボル間に一定周期で挿入された位相既知のパイロットシンボルを用いてフェージング歪みを推定して補償する方法が提案されている。

【0004】この方法では、例えば、図8に示すように、複数のサブキャリア f_1 、 f_2 、…に一定周期で挿入されたパイロットシンボル（●）を用いて、各ユーザの受信信号の振幅、位相測定を行い、この測定値を時間軸方向とサブキャリア方向（周波数方向）の2次的に内挿することにより、情報シンボルの伝送路変動を推定する。そして、その推定結果に基づいてデータシンボルの位相回転を補償し、同期検波を行っている。この方法では、パイロットシンボルを挿入することによる電力損を軽減するために、各サブキャリア間での伝送路の相関が常に高いという仮定のもとに、全サブキャリアにパイロットシンボルを挿入せずに、内挿という手法を用いることでパイロットシンボルが挿入されていないサブキャリアの伝送路変動を推定（チャンネル推定）している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、情報伝送速度が高くなって、占有周波数帯域が広がると、遅延波（エコー）の影響により各サブキャリア間の伝送路変動の相関が遅延波の遅延量に依存して変動し、サブキャリア間の変動に関する相関が小さくなってしまう場合がある。このような場合には、数キャリア離れたサブキャリアのパイロットシンボルを用いてチャンネル変動を正確に推定することができない。

【0006】そこで、本発明の課題は、無線伝送路の状況が種々変動する状況において高精度なチャンネル推定が可能となるマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法及び装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係るマルチキャリア無線伝送システムにおけるチャンネル推定方法は、請求項1に記載されるように、情報を n 個のサブキャリアを用いて無線伝送するマルチキャリア無線伝送システムにおける各サブキャリア

に対するチャンネル推定を行うに際し、パイロットシンボルが挿入された m 個（ $m \leq n$ ）のサブキャリア成分を含む上記 n 個のサブキャリア成分からなるフレーム構成の受信信号を各サブキャリア成分に分離し、該分離にて得られたサブキャリア成分に含まれるパイロットシンボルを用いて当該サブキャリアに対するチャンネル推定を行って個別チャンネル推定結果を得、 p 個（ $p \leq m$ ）のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果と、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定を行うように構成される。

【0008】このようなチャンネル推定方法によれば、各サブキャリアに対する個別チャンネル推定結果と、推定対象サブキャリアの伝送路状態と各サブキャリアの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定がなされる。

【0009】上記推定対象サブキャリアの伝送路状態と各サブキャリアの伝送路状態との関係は、上記推定対象サブキャリアと各サブキャリアの周波数特性などから予想される関係に固定的に定めてもよい。更に、伝送路状態に応じてより高精度のチャンネル推定が行えるという観点から、請求項2に記載されるように、上記推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係は、各伝送路状態に基づいて適応的に求めるようにすることができる。

【0010】上記推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定を行う更に具体的な方法を提供するという観点から、本発明は、請求項3に記載されるように、上記各チャンネル推定方法において、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係に基づいて重み付け情報を得、上記 p 個のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定結果を上記重み付け情報を用いて重み付け合成して当該推定対象サブキャリアに対するチャンネル推定結果を得るように構成することができる。

【0011】上述したように、上記推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係を各伝送路状態に基づいて適応的に求める更に具体的な方法を提供するという観点から、本発明は、請求項4に記載されるように、上記チャンネル推定方法において、上記重み付け情報は、当該推定対象サブキャリアに対して得られた個別チャンネル推定結果と上記 p 個のサブキャリアそれぞれに対して得られた個別チャンネル推定結果に基づいて得られる相互相関に基づいて得るように構成することができる。

【0012】各サブキャリアに対する個別チャンネル推定結果は、そのサブキャリアに対する伝送路状態を表す。そのため、この各個別チャンネル推定結果に基づいて得られる相互相関に基づいて上記重み付け情報を得ることに

より、推定対象サブキャリアに対して得られたチャネル推定結果には、各サブキャリアの伝送路状態が反映されることになる。

【0013】また、上記課題を解決するため、本発明は、請求項5に記載されるように、情報を n 個のサブキャリアを用いて無線伝送するマルチキャリア無線伝送システムにおける各サブキャリアに対するチャネル推定を行うにチャネル推定装置において、パイロットシンボルが挿入された m 個 ($m \leq n$) のサブキャリア成分を含む上記 n 個のサブキャリア成分からなるフレーム構成の受信信号を各サブキャリア成分に分離するサブキャリア分離手段と、該サブキャリア分離手段にて得られたサブキャリア成分に含まれるパイロットシンボルを用いて当該サブキャリアに対するチャネル推定を行って個別チャネル推定結果を得る個別チャネル推定手段と、 p 個 ($p \leq m$) のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャネル推定結果と、推定対象サブキャリアに対する伝送路状態と上記 p 個のサブキャリアそれぞれの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャネル推定を行うチャネル推定手段とを有するように構成される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0015】本発明の実施の一形態に係るチャネル推定方法が適用されるマルチキャリア無線伝送システムにおける送信局は、例えば、図1に示すように構成される。

【0016】図1において、この送信局は、情報シンボル生成部11、パイロットシンボル生成部12、パイロットシンボル挿入部13、直並列変換部14及びマルチキャリア変調部15を有する。情報シンボル生成部11は、チャネル符号化及びインターリーブの行われた情報シンボル系列（OFDM方式の場合）、或いは情報伝送速度より高速の拡散符号で拡散された拡散系列（MC-CDMA方式の場合）等の情報シンボル系列を生成する。パイロットシンボル生成部12は、位相が既知となる所定のパイロットシンボルを生成する。パイロットシンボル挿入部13は、情報シンボル生成部11からの情報シンボルとパイロットシンボル生成部12にて生成されたパイロットシンボルを所定のアルゴリズムに従って合成する。

【0017】直並列変換部14は、パイロットシンボル挿入部13にて得られたシンボル系列を所定ビット毎に区切って並列化する。マルチキャリア変調部15は、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) またはIDFT (Inverse Discrete Fourier Transform) を用い、上記直並列変換部14からの並列出力シンボル系列のそれぞれがサブキャリアに拡散されるようにマルチキャリア変調を行う。このマルチキャリア変調部15からの出力に対応した信号が送信信号として無線送信される。

【0018】上記のように情報シンボルとパイロットシンボルが合成されたシンボル系列についてマルチキャリア変調を行うマルチキャリア変調部15からの出力信号のフレーム（パケットフレーム）構成は、例えば、図2に示すようになる。この場合、全てのサブキャリア f_1 、 f_2 、…に複数のパイロットシンボル P （例えば、2シンボル）が同じタイミング（フレームの先頭）で挿入されている。

【0019】また、図3に示すようなフレーム構成とすることも可能である。この場合、各サブキャリア f_1 、 f_2 、…に複数のパイロットシンボル P （例えば、2シンボル）が異なるタイミングで挿入されている。

【0020】なお、図2及び図3に示す例において、MC-CDMA方式の無線伝送システムでは、実際のパイロットシンボルを拡散したチップが上記パイロットシンボルに相当する。

【0021】マルチキャリア無線伝送システムの受信局に設けられる復調装置は、例えば、図4に示すように構成される。

【0022】図4において、この復調装置は、サブキャリア分離部21と、このサブキャリア分離部21からの各サブキャリア成分毎に設けられたパイロットシンボル平均化部22、遅延部23及び補償部25と、チャネル推定部24とを有している。サブキャリア分離部21は、FFT (Fast Fourier Transform) やDFT (Discrete Fourier Transform) を有し、上述した構成となる送信局から受信した受信信号を各サブキャリア成分 $\#1$ 、…、 $\#n$ に分離する。パイロットシンボル平均化部22は、対応するサブキャリア成分に含まれる複数のパイロットシンボル（図2、図3参照）を抽出し、それらのパイロットシンボルから得られる各チャネル推定値を平均化して当該サブキャリアについてのチャネル推定値（以下、このチャネル推定値を個別チャネル推定値という）を得る。

【0023】チャネル推定部24は、サブキャリア i を含む周波数軸上で連続する複数のサブキャリアに対応するパイロットシンボル平均化部22から得られた個別チャネル推定値を合成して、当該サブキャリア i に対する最終的なチャネル推定値を得る。このチャネル推定部24の詳細な構成については、後述する。

【0024】サブキャリア分離部21から出力される各サブキャリア成分は、チャネル推定に係る処理（パイロットシンボル平均化部22、チャネル推定部24での処理）に要する時間を考慮した遅延部23を介して補償部25に供給される。そして、補償部25は、上記のようにチャネル推定部24にて得られたサブキャリア i に対するチャネル推定値を用いてサブキャリア i 成分の情報シンボルのチャネル変動を補償する。このようにチャネル変動が補償部25にて補償された情報シンボルが、OFDM方式の無線伝送システムでは、絶対同期検波を含

む所定の復調処理に供され、MC-CDMA方式の無線伝送システムでは、更に、逆拡散処理を経た後にその絶対同期検波を含む所定の復調処理に供される。

【0025】上記チャンネル推定部24は、例えば、図5に示すように構成される。

【0026】このチャンネル推定部24は、 n 個のサブキャリアに対応したチャンネル推定ユニット24(1)、24(2)、…、24(n)を有している。サブキャリア i に対応したチャンネル推定ユニット24(i)は、サブキャリア i を含む周波数軸上で連続する p 個のサブキャリアのそれぞれに対応したパイロットシンボル平均化部

$$W = \begin{bmatrix} w(0,0) & & & 0 \\ & w(l-1,l-1) & w(l,l-1) & w(l+1,l-1) \\ & w(l-1,l) & w(l,l) & w(l+1,l) \\ & w(l-1,l+1) & w(l,l+1) & w(l+1,l+1) \\ 0 & & & w(n,n) \end{bmatrix}$$

にて表され、個別チャンネル推定値 ξ は、

【0028】

【数2】

$$\xi = \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \vdots \\ \xi_n \end{bmatrix}$$

にて表され、更に、最終的なチャンネル推定値 $\langle \xi \rangle$ は、

【0029】

【数3】

$$\langle \xi \rangle = \begin{bmatrix} \langle \xi_1 \rangle \\ \langle \xi_2 \rangle \\ \vdots \\ \langle \xi_n \rangle \end{bmatrix}$$

にて表される。

【0030】上記重み付け係数ベクトル W の要素 $w(j, i)$ は、サブキャリア(j)とサブキャリア(i)の周波数間隔(差)から予想される各サブキャリア(j)、(i)に対する伝送路状態の相互相関に基づいて定められる。そして、この要素 $w(j, i)$ は、 j 番目のサブキャリア(j)に対する伝送路状態に依存した当該 j 番目のサブキャリア(j)の個別チャンネル推定値 ξ_j から i 番目のサブキャリア(i)に対するチャンネル推定値 $\langle \xi_i \rangle$ を推定するために用いられる重み付け値である。従って、この要素 $w(j, i)$ は、一般的に、サブキャリア(j)がサブキャリア(i)から周波数軸上で離れれば離れる(相互相関が小さくなる)ほど小さい値になり、所定個数離れる(例えば、サブキャリア(i)を含む p 個のサブキャリアの範囲外となる)とゼロとなる。

22から得られた個別チャンネル推定値に所定の重み付け値を乗算して当該キャリア i に対する最終的なチャンネル推定値を得る。即ち、重み付け値を表す重み係数ベクトル W 、個別チャンネル推定値を ξ とすると、各チャンネル推定ユニット24(i)から得られる最終的なチャンネル推定値 $\langle \xi \rangle$ は、

$$\langle \xi \rangle = W \cdot \xi$$

に従って演算される。ここで、重み付け係数ベクトル W は、

【0027】

【数1】

$$0$$

【0031】上記のような復調装置における各サブキャリアのチャンネル推定によれば、各サブキャリア(i)に対するチャンネル推定値 $\langle \xi_i \rangle$ が、複数のサブキャリア(p 個のサブキャリア)に対する無線伝送路の状態を反映した当該複数のサブキャリアのそれぞれに対する個別チャンネル推定値 ξ を考慮して定められる。この考慮の度合いが、重み付け値 $w(j, i)$ として表される。

【0032】従って、各サブキャリアに対するチャンネル推定値が当該サブキャリアを含む複数のサブキャリアに対する伝送路状態に基づいて定められることになる。その結果、無線伝送路の状況が種々変動する状況においても高精度なチャンネル推定が可能となる。

【0033】上記の例では、チャンネル推定部24にて各サブキャリアに対するチャンネル推定値 $\langle \xi \rangle$ の演算に用いられる重み付け係数ベクトル W は、各サブキャリアに基づいて予想される無線伝送路状態の相互相関に基づいて固定的に定められている。しかし、種々変動する無線伝送路の状態によって各サブキャリアの伝送路状態の相互相関も変化する。従って、無線伝送路の状態に基づいて上記重み付け係数ベクトルを適応的に変えることが好ましい。

【0034】以下、このように無線伝送路の状態に基づいて上記重み付け係数ベクトルを制御する例について説明する。

【0035】上記チャンネル推定部24は、例えば、図6に示すように構成される。

【0036】図6において、このチャンネル推定部24は、適応重み付け値推定部241と重み付け平均化チャンネル推定部242とを有している。適応重み付け値推定部241は、各サブキャリアに対応した平均化チャンネル推定部22(1)、22(2)、…、22(n)からの個別チャンネル推定値に基づいて、例えば、MMSE(MI

nimum Mean Square Error) の手法を用いて上述した各重み付け値 (重み付け値ベクトル W) を適応的に求めている。そして、重み付け平均化チャネル推定部 242 は、上記適応重み付け値推定部 241 にて得られた重み付け値ベクトル W を用いて、各平均化チャネル推定部 22(1)、22(2)、…、22(n) からの各個別チャネル推定値を合成することにより、伝搬路の周波数応答特性 (伝送路状態) に応じた重み付け合成を実現している。

【0037】また、上記適応重み付け値推定部 241 は、例えば、図 7 に示すように構成することも可能である。

【0038】図 7 において、適応重み付け値推定部 241 は、各サブキャリアに対応した個別チャネル推定値から各サブキャリアに対する伝送路状態相互の相互相関値を演算する相関測定部 243 を有している。そして、この相関測定部 234 にて得られた各サブキャリアに対する伝送路状態相互の相互相関値 $r(j, i)$ に基づいて、重み付け値 $w(j, i)$ が求められる。

【0039】上記相関測定部 232 では、2つのサブキャリアに対応した平均化チャネル推定部 22(i)、22(j) からの個別チャネル推定値の内積を演算し、その結果得られた値を相互相関値 $r(j, i)$ としている。この相互相関値 $r(j, i)$ は、サブキャリア j の伝送路状態のサブキャリア i の伝送路状態に対する相関の度合いを表し、平均化チャネル推定部 22(j) にて得られる個別チャネル推定値 (位相) と平均化チャネル推定部 22(i) で得られる個別チャネル推定値 (位相) とが同じ場合にその相互相関値 $r(j, i)$ が最大となり、それらの差 (位相差) が 90 度になるとその相互相関値 $r(j, i)$ がゼロとなる。

【0040】このように重み付け値推定部 241 を構成することにより、各サブキャリアに対する伝送路状態の相互相関に基づいて上記重み付け係数ベクトルを適応的に制御することができるようになる。そして、このように各サブキャリアに対する伝送路状態に基づいて適応的に制御される重み付け値ベクトルの重み付け係数が、例えば、図 5 に示す各チャネル推定ユニット 24(i) に供給される。その結果、複数のサブキャリアに対する伝送路状態に基づいた各サブキャリアに対するチャネル推定値を得ることができる。

【0041】上述した各例に示すようなチャネル推定方法を用いることにより、伝送路状態に適応した効率的で高精度なチャネル推定が可能となる。そして、このようになされたチャネル推定値を用いて絶対同期検波を行うことにより、所望の受信品質 (受信誤り率) を得るために必要な信号電力対干渉電力比 (SIR) を低減することができ、無線伝送システムの加入者容量を増大させることが可能となる。

【0042】なお、上記各例においては、 n 個のサブキ

ャリア成分の全てにパイロットシンボルが含まれているが、本発明では、これに限られず、周波数軸上で離散的に配列される一部のサブキャリア成分 (m 個) ($m < n$) だけにパイロットシンボルを含めるようにしてもよい。この場合、パイロットシンボルの含まれていないサブキャリア成分に対するチャネル推定は、他の複数のサブキャリアに対して得られた個別チャネル推定値に基づいて演算される。

【0043】

【発明の効果】以上、説明してきたように、請求項 1 乃至 8 記載の本願発明によれば、各サブキャリアに対する個別チャネル推定結果と、推定対象サブキャリアの伝送路状態と各サブキャリアの伝送路状態との関係とに基づいて当該推定対象サブキャリアに対するチャネル推定がなされるので、無線伝送路の状況が種々変動する状況において高精度なチャネル推定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の一形態に係るチャネル推定方法が適用されるマルチキャリア無線伝送システムにおける送信局の基本的な構成を示すブロック図である。

【図 2】送信局にて各サブキャリア成分に挿入されるパイロットシンボルの第一の例を示す図である。

【図 3】送信局にて各サブキャリア成分に挿入されるパイロットシンボルの第二の例を示す図である。

【図 4】本発明の実施の一形態に係るチャネル推定方法に従ったチャネル推定のなされる復調装置の構成例を示すブロック図である。

【図 5】図 4 に示す復調装置におけるチャネル推定部の具体的な構成例を示すブロック図である。

【図 6】チャネル推定部の他の構成例を示すブロック図である。

【図 7】チャネル推定部に適用される適応重み付け値推定部の具体的な構成例を示すブロック図である。

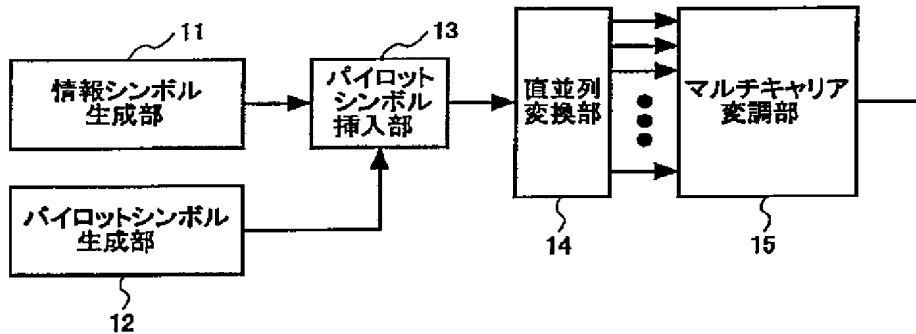
【図 8】従来のマルチキャリア無線伝送システムにおけるパイロットシンボルの挿入例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 1 情報シンボル生成部
- 1 2 パイロットシンボル生成部
- 1 3 パイロットシンボル挿入部
- 1 4 直並列変換部
- 1 5 マルチキャリア変調部
- 2 1 サブキャリア分離部
- 2 2 平均化チャネル推定部
- 2 3 遅延部
- 2 4 チャネル推定部
- 2 5 補償部
- 2 4 1 適応重み付け値推定部
- 2 4 2 重み付け平均化チャネル推定部
- 2 4 3 相関測定部

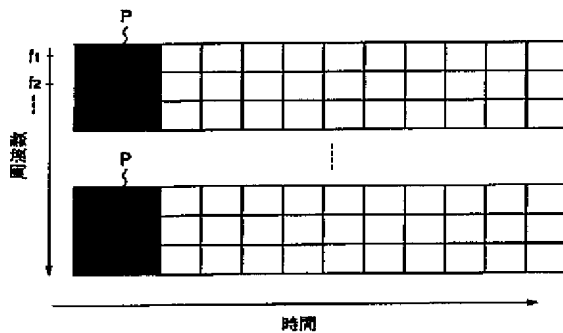
【図 1】

本発明の実施の一形態に係るチャネル推定方法が適用されるマルチキャリア無線伝送システムにおける送信局の基本的な構成を示すブロック図



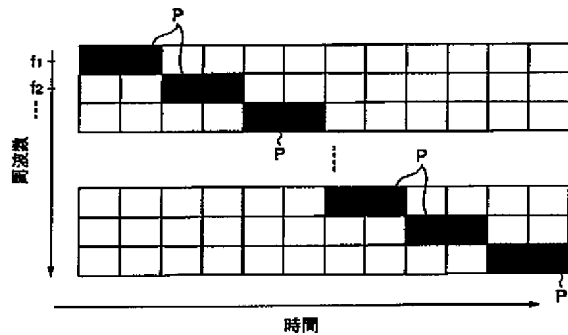
【図 2】

送信局にて各サブキャリア成分に挿入されるパイロットシンボルの第一の例を示す図



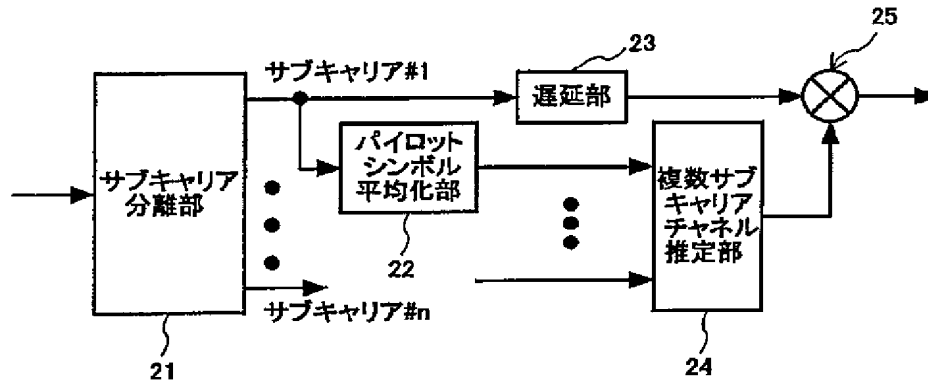
【図 3】

送信局にて各サブキャリア成分に挿入されるパイロットシンボルの第二の例を示す図



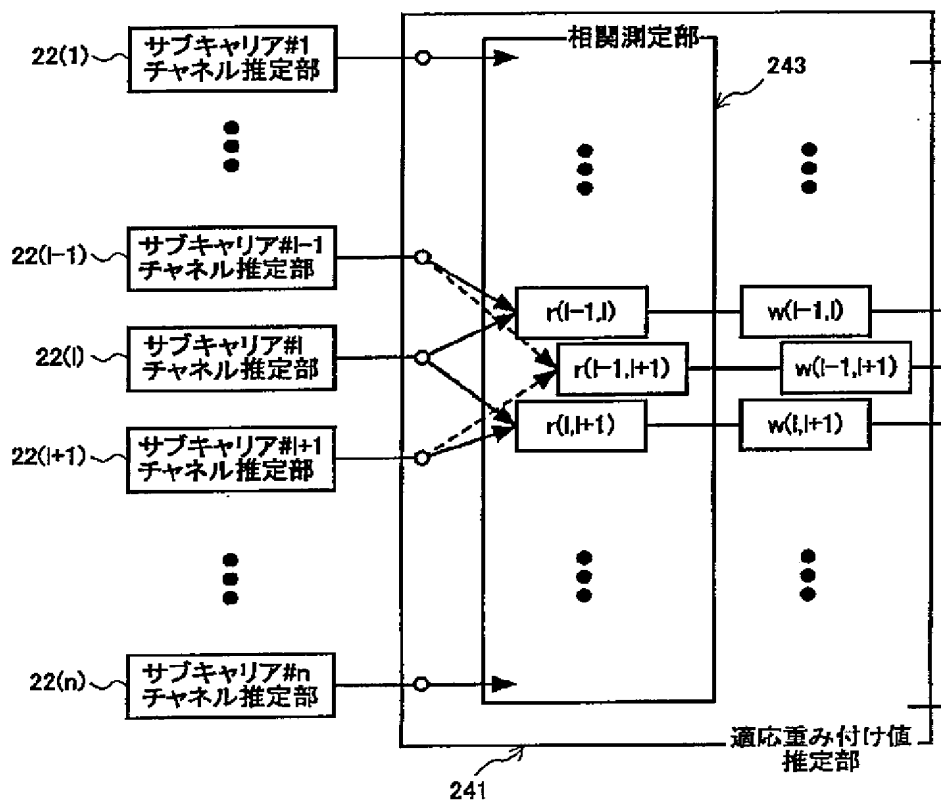
【図 4】

本発明の実施の一形態に係るチャネル推定方法に従った
チャネル推定のなされる復調装置の構成例を示すブロック図



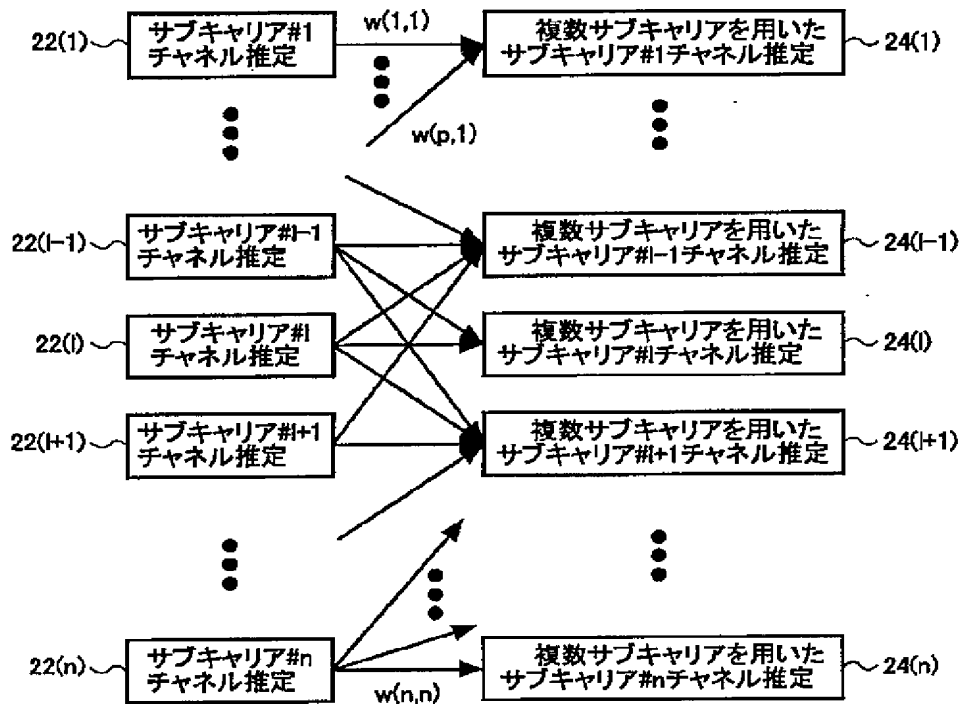
【図 7】

チャネル推定部に適用される適応重み付け値
推定部の具体的な構成例を示すブロック図



【図5】

図4に示す復調装置におけるチャネル推定部の具体的な構成例を示すブロック図

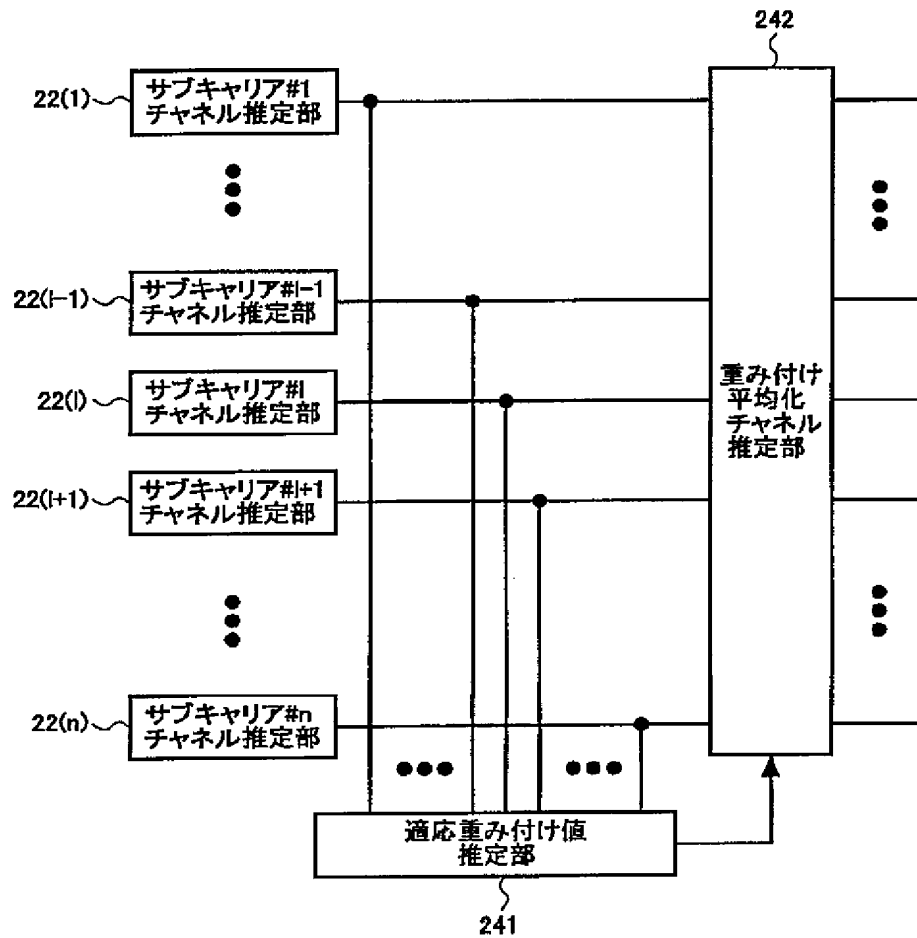


$$W \cdot \xi = \langle \xi \rangle$$

W : 重み付けベクトル
 ξ : それぞれのサブキャリアから求めたチャネル推定値
 $\langle \xi \rangle$: 重み付け平均された各サブキャリアのチャネル推定値

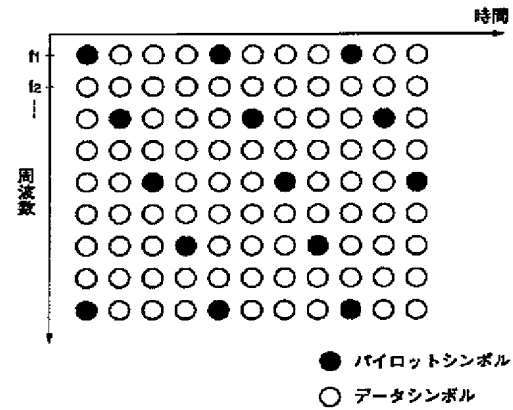
【図6】

チャネル推定部の他の構成例を示すブロック図



【図8】

従来のマルチキャリア無線伝送システムにおけるパイロットシンボルの挿入例を示す図



.....
フロントページの続き

(72)発明者 佐和橋 衛
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山
王パークタワー41F エヌ・ティ・ティ移
動通信網株式会社内

Fターム(参考) 5K022 AA07 AA09 AA10 AA22 DD01
DD18 DD32 EE02 EE11 EE32